

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-022458
(43)Date of publication of application : 25.01.1990

(51)Int.Cl. C23C 14/22
C23C 16/48

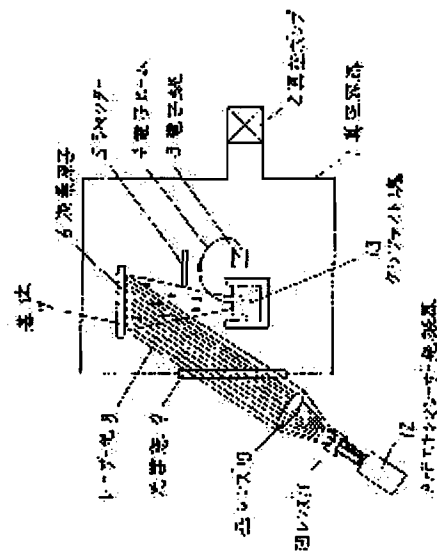
(21)Application number : 63-171253 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing : 08.07.1988 (72)Inventor : MITANI TSUTOMU
KUROKAWA HIDEO

(54) METHOD FOR SYNTHESIZING THIN FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To synthesize a dense and good-quality thin film free of impurities, etc., by irradiating the part of a substrate at which an atom constituting the thin film arrives with laser light at the same time of the arrival of the atom at the substrate surface.

CONSTITUTION: When a hard-carbon thin film such as a diamond thin film is formed, for example, on a substrate 7, the substrate is firstly set in a vacuum vessel 1, and the vessel is evacuated to about 10^{-6} Torr. A graphite lump 13 is then irradiated by an electron beam 4 from an electron gun 3 to sublime the carbon atom 6, a shutter 5 is opened, and the carbon atom 6 is sent onto the substrate 7. The area of the laser light 8 emitted from an ArF excimer laser oscillator 12 is increased by a concave lens 11 and a convex lens 10, and the carbon atom 6 on the substrate 7 is irradiated by the light through an optical window 9. A hard-carbon thin film free of impurities is synthesized on the substrate 7 in this way.



⑫ 公開特許公報(A) 平2-22458

⑤ Int. Cl.⁵C 23 C 14/22
16/48

識別記号

庁内整理番号

8520-4K
8722-4K

④ 公開 平成2年(1990)1月25日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑥ 発明の名称 薄膜の合成方法

② 特 願 昭63-171253

② 出 願 昭63(1988)7月8日

⑦ 発 明 者 三 谷 力 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑦ 発 明 者 黒 川 英 雄 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑦ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
⑦ 代 理 人 弁理士 栗 野 重 孝 外1名

明 細 書

1、発明の名称

薄膜の合成方法

2、特許請求の範囲

薄膜の構成原子を基体表面に到達させると同時に、少なくとも前記構成原子が到達した基体部分にレーザー光を照射することを特徴とした薄膜の合成方法。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、不純物等の取り込みのない緻密で良質な特性を有する薄膜の合成方法に関するものである。

従来の技術

以下に、従来の技術の一例としてダイヤモンド薄膜、ダイヤモンド状炭素薄膜等の硬質炭素薄膜について記す。

ダイヤモンドは硬さ、熱伝導率、光透過率、音響特性、耐食性など数々の物理的、化学的特性において、あらゆる物質の中で最も優れている。又、

ダイヤモンド状炭素薄膜は、前記諸特性がダイヤモンドに近い値を示し例えば刃物等の硬質保護膜として応用されている。従来、このようなダイヤモンド薄膜、ダイヤモンド状炭素薄膜(以下、これらを一括して硬質炭素膜と記す)の合成方法には大別して、例えば炭素原子を含む熱プラズマによるCVD法と、例えば炭素原子の真空蒸着と同時にイオンを照射するPVD法とがある。PVD法によれば、基板を加熱しなくても硬質炭素薄膜が合成可能なため、基体の耐熱性を問わず各種材質の基体上へも硬質炭素膜の応用が可能である。

前記PVD法による硬質炭素膜の合成方法の代表的従来例を第2図を用いて以下に述べる。第2図に示す従来例は、イオン・バキューム・デポジション法(以下、IVD法と記す)と呼ばれる方法である(参考文献:第48回応用物理学学会学術講演会、講演予稿集18a-T-9)。この従来例による硬質炭素薄膜の合成方法について略記する。まず硬質炭素薄膜を合成する基体20を真空容器14内に設置し、例えば 10^{-6} Torrまで真空ポンプ15で真

空排気する。次に炭素原子の供給源であるグラフ
 ァイト塊23に電子銃18から電子ビーム17を
 照射し、炭素原子を昇華させ、シャッター18を
 開き、基体20上へ炭素原子19を到達させる。
 この従来例では基体20上へ炭素原子19が到達
 すると同時にイオンガン22から例えばNe⁺イ
 オン21を加速、照射する。この従来例では、例
 えば前記イオンガン22の加速電圧を100~500
 V、代表的には200VでNe⁺イオン21を加速
 し、前記Ne⁺イオン21と炭素原子19の個数比
 を0.1~0.8、代表的には0.25とした場合、アモ
 ルファス中に、粒径2~5(μm)のダイヤモンド
 微結晶が混在した硬質炭素薄膜が合成されている。
 この従来例ではHe, Ar等のイオンによっても硬
 質炭素薄膜が合成可能である。ところが、前記Ne⁺
 イオン21を同時に照射することなく炭素原子19
 のみが基体20上へ到達する場合には、いわゆる
 蒸着炭素薄膜と呼ばれる軟質炭素薄膜が合成され
 る。すなわち、前記従来技術で硬質炭素薄膜を
 合成するには、Ne⁺イオン等で炭素原子と同時に

従来技術にあった問題点は、前記イオンを照射
 せず、他の手段によって前記イオンと同等のエネ
 ルギー、照射密度で炭素原子等の薄膜の構成原子
 を照射することで解消できる。我々は種々の検討
 の結果、薄膜の構成原子を基体表面に到達させる
 と同時に、少なくとも前記構成原子が到達した基
 体部分にレーザー光を照射することを特徴とした
 薄膜の合成方法によって、緻密で物理的特性、化
 学的特性に優れた良質の薄膜を合成可能とした。

作 用

レーザー光は周知の様に高密度な高エネルギー
 光であり、このエネルギーによって炭素原子を衝
 撃しダイヤモンドの合成条件を実現できる。以下
 にレーザー光の作用について詳細に記す。レーザ
 ー光は高エネルギーの光子の集合であり、その密
 度は前記従来例に記したイオンビームの照射密度
 に比べ100倍以上もの高密度エネルギービーム
 である。又、レーザー光の光子1個のもつエネ
 ルギーはそのレーザー光の波長によって決まり、例
 えばAr Fエキシマレーザー光では波長が193

nm)で6.4(eV)あるいはF₂エキシマレーザ
 ー光では157(nm)で7.9(eV)である。この様な
 高エネルギーの光子は、レーザー光が高密度であ
 るため、炭素原子に容易に多光子吸収され、その
 結果、炭素原子は高エネルギー状態に励起され、
 ダイヤモンドの合成条件を実現する。従って炭素
 原子を基体表面に到達させると同時に、少なくと
 も前記炭素原子が到達した基体部分にレーザー光
 を照射することでダイヤモンド薄膜、あるいはダ
 イヤモンド状炭素薄膜といった硬質炭素薄膜が基
 体上に合成できる。本発明では前記従来例に記し
 たHe, Ne, Ar等のイオンビームを基体上に照射
 しないため硬質炭素薄膜中にHe, Ne, Ar等の単
 原子ガス等の不純物が取り込まれることはない。

発明が解決しようとする課題

前記従来技術では例えばHe, Ar, Neイオン
 等を同時照射するため、前記硬質炭素薄膜中には
 必然的にHe, Ne, Ar等の単原子ガスが取り込ま
 れてしまう。この結果、硬質炭素薄膜中に空孔を
 つくったり、膜の結晶性を乱してしまい、緻密で
 物理的特性、化学的特性等に優れた良質の硬質炭
 素薄膜を合成することは困難である。

また、以上記した硬質炭素薄膜の合成以外にも
 例えばArイオンを利用し比較的低温でも結晶質
 の薄膜を合成する例は、金、銅、シリコン等の薄
 膜についても数多くある。しかし、いずれも合成
 した薄膜中には前記Arが取り込まれてしまい、
 緻密で良質な特性を有する薄膜を合成することは
 困難である。

課題を解決するための手段

(nm)で6.4(eV)あるいはF₂エキシマレーザ
 ー光では157(nm)で7.9(eV)である。この様な
 高エネルギーの光子は、レーザー光が高密度であ
 るため、炭素原子に容易に多光子吸収され、その
 結果、炭素原子は高エネルギー状態に励起され、
 ダイヤモンドの合成条件を実現する。従って炭素
 原子を基体表面に到達させると同時に、少なくと
 も前記炭素原子が到達した基体部分にレーザー光
 を照射することでダイヤモンド薄膜、あるいはダ
 イヤモンド状炭素薄膜といった硬質炭素薄膜が基
 体上に合成できる。本発明では前記従来例に記し
 たHe, Ne, Ar等のイオンビームを基体上に照射
 しないため硬質炭素薄膜中にHe, Ne, Ar等の単
 原子ガス等の不純物が取り込まれることはない。

また、金、銅、シリコン等の薄膜の合成につい
 てもレーザー光の照射により同様な作用が生じ、
 前記薄膜中に不純物が取り込まれることはない。

実 施 例

以下に本発明の一実施例として硬質炭素薄膜の
 合成方法を第1図を用いて記す。まず硬質炭素薄

膜を合成する基体7を真空容器1内に設置し、例えば 10^{-6} Torrまで真空ポンプ2で真空排気する。次に炭素原子の供給源であるグラファイト塊13に電子銃3から電子ビーム4を照射し、炭素原子を昇華させ、シャッター5を開き基体7上へ炭素原子6を到達させる。同時に、ArFエキシマレーザー発振器12から出たレーザー光は、例えば凹レンズ11と凸レンズ10により基体7上の炭素原子到達面積に相当する程度拡大され、光学窓9を通過しレーザー光8となり基体7上の炭素原子6を照射する。以上の手順で硬質炭素薄膜が基体7上へ合成されていく。

本実施例では硬質炭素薄膜の膜質に最も大きく影響するのは前記レーザー光8のパワー密度であった。レーザー光8のパワー密度はArFエキシマレーザー発振器12の発振パワー、および凸レンズ10、凹レンズ11との組合せによって変化した。第1表に代表的合成例を示す。

第 1 表

レーザー	ArFエキシマレーザー		ダイヤモンド社
レーザーパワー密度(mw/cm^2)	1	10	
ヌーブ硬さ(Kp/mm)	4000	7000	10000
密度(g/cm^3)	2.6	3.3	3.5
結 晶 性	アモルファス	アモルファス微結晶混在	単結晶

このようにレーザーパワー密度が1、10と増加する程、ヌーブ硬さは4000、7000(Kp/mm)、密度は2.6、3.3(g/cm^3)と、比較対象のダイヤモンド単結晶に近くなり、その時の膜の結晶性もアモルファス、アモルファスと微結晶の混在となった。

従来のPVD法で合成された硬質炭素薄膜では、アモルファスの場合、ヌーブ硬さは2000～3000(Kp/mm)、密度は1.8～2.2(g/cm^3)程度であったが、本実施例によれば、アモルファスでもヌーブ硬さが4000(Kp/mm)、密度が

2.6(g/cm^3)と硬く、緻密なものが合成できた。これは、従来の硬質炭素薄膜中には例えばHe, Ne, Ar等の単原子ガスが取り込まれていたのに対し、本実施例では前記単原子ガス等の不純物は取り込まれないためである。同様なことが、アモルファスと微結晶の混在膜(第1表参照)に関しても言え、不純物の取り込みはない。

以上は本発明で例えば硬質炭素薄膜を合成する場合のほんの一例にすぎない。硬質炭素薄膜以外にも、例えば前記金、銅、シリコン等の薄膜の合成では、例えば第1図に示すグラファイト塊を各々金、銅、シリコンとすることで基体上には各々金原子、銅原子、シリコン原子が到達し、同時にレーザー光を照射することで、不純物の取り込みがなく結晶性の均質な薄膜が低温大面積に合成できる。

発明の効果

以上の様に本発明では薄膜の構成原子を基体表面に到達させると同時に、少なくとも前記構成原子が到達した基体部分にレーザー光を照射するこ

とで薄膜を合成する。その結果、薄膜中には不純物の取り込みがなく、空孔をつくったり結晶性を乱すことはない。

すなわち、緻密で良質な特性を有する薄膜が合成可能となった。

4、図面の簡単な説明

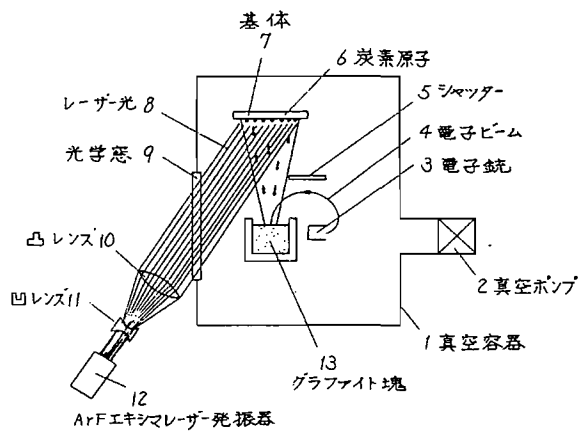
第1図は本発明の硬質炭素薄膜を合成する一実施例の概略図、第2図は従来の硬質炭素膜の合成方法の概略図である。

6……炭素原子、7……基体、8……レーザー光。

代理人の氏名 弁理士 栗 野 重 孝 ほか1名

第 1 図

6 … 炭素原子
7 … 基体
8 … レーザー光



第 2 図

